

Домашнее задание №1

Задача 1

В цехе, отнесенном по пожарной опасности к категории А [10], взрывоопасные газообразные продукты находятся в следующем технологическом оборудовании:

1) емкости I объемом 50 м^3 в количестве n_1 шт.; средний срок службы T_1 лет;

2) емкости II объемом 25 м^3 в количестве n_2 шт.; средний срок службы T_2 лет;

3) трубопроводы диаметром 250 мм, общая длина n_3 пог. м; условный средний срок службы 1 пог. м – T_3 лет.

Оценить вероятный аварийный выход газа в атмосферу помещения цеха за время между ревизиями оборудования (т. е. в течение 6 мес.).

Варианты заданий приведены в табл. 3.

Таблица 3

Варианты заданий

Вариант	Емкости I		Емкости II		Трубопроводы	
	Количество	Средний срок службы, лет	Количество	Средний срок службы, лет	Длина, пог.м	Средний срок службы, лет/пог.м
10	11	100	24	55	60	250

Дано:

- 1) емкости I – 11 шт., средний срок службы 100 лет;
- 2) емкости II – 24 шт., средний срок службы 55 лет;
- 3) трубопроводы – 60 пог. м, условный средний срок службы 1 пог. м–250 лет.

Решение.

Параметр потока отказов в целом цехе определится по уравнению

$$\lambda = \frac{1}{T} = \frac{n_1}{T_1} + \frac{n_2}{T_2} + \frac{n_3}{T_3} = \frac{11}{100} + \frac{24}{55} + \frac{60}{250} = \frac{173}{220}$$

Для времени $\tau = 0,5$ года вероятность $p_0(\tau)$ безаварийной работы составит

$$p_0(\tau) = e^{-\frac{\tau}{T}} = e^{-\frac{0,5 \cdot 173}{220}} = e^{-0,4} = 0,67$$

Вероятность того, что выход газа произойдет из m -й группы оборудования, можно определить из уравнений

$$B_{m_1} = \frac{n_1 \lambda_1}{n_1 \lambda_1 + n_2 \lambda_2 + n_3 \lambda_3} = \frac{11 \cdot \frac{11}{100}}{11 \cdot \frac{11}{100} + 24 \cdot \frac{24}{55} + 60 \cdot \frac{60}{250}} \approx 0,05$$

$$B_{m_2} = \frac{n_2 \lambda_2}{n_1 \lambda_1 + n_2 \lambda_2 + n_3 \lambda_3} = \frac{24 \cdot \frac{24}{55}}{11 \cdot \frac{11}{100} + 24 \cdot \frac{24}{55} + 60 \cdot \frac{60}{250}} \approx 0,5$$

$$B_{m_3} = \frac{n_3 \lambda_3}{n_1 \lambda_1 + n_2 \lambda_2 + n_3 \lambda_3} = \frac{60 \cdot \frac{60}{250}}{11 \cdot \frac{11}{100} + 24 \cdot \frac{24}{55} + 60 \cdot \frac{60}{250}} \approx 0,55$$

т. е. наиболее вероятным источником образования взрывоопасной смеси следует считать трубопроводы.

Задача 2

1. Определить коэффициенты готовности агрегатов для расчета надежности системы в соответствии с вариантом задания (см. табл. 4).
2. Построить дерево событий и определить показатели надежности системы для случаев:
 - а. агрегаты 1 и 2 – рабочие; резерв отсутствует;
 - б. агрегаты 1 и 2 – рабочие, агрегат 3 – резервный.

Построение дерева событий и определение показателей надежности описано в п. 3.1.

Таблица 4

Варианты заданий для расчета надежности

Вариант	Агрегаты					
	1		2		3	
	$\tau_{\text{раб, ч}}$	$\tau_{\text{ав, ч}}$	$\tau_{\text{раб ч}}$	$\tau_{\text{ав, ч}}$	$\tau_{\text{раб ч}}$	$\tau_{\text{ав, ч}}$
10	6634	546	7523	874	6744	549

Задача 3

Построить дерево отказов для данной системы при следующих условиях:

1. венчающее событие – отказ всей системы;
2. в схему добавлен еще один элемент 4 – автоматический переключатель, который должен подключить резервный агрегат при отказе одного из рабочих; показатель надежности $P_4 = 0,98$.

Определить вероятность отказа системы для этого случая.

Пример построения дерева отказов

Пусть агрегаты 1 и 2 – рабочие, агрегат 3 – резервный.

Венчающее событие – отказ всей системы.

P_1, P_2, P_3 – вероятность нормальной работы агрегатов 1, 2 и 3.

q_1, q_2, q_3 – вероятность отказа агрегатов 1, 2 и 3.

Дерево отказов для данного случая приведено на рис.

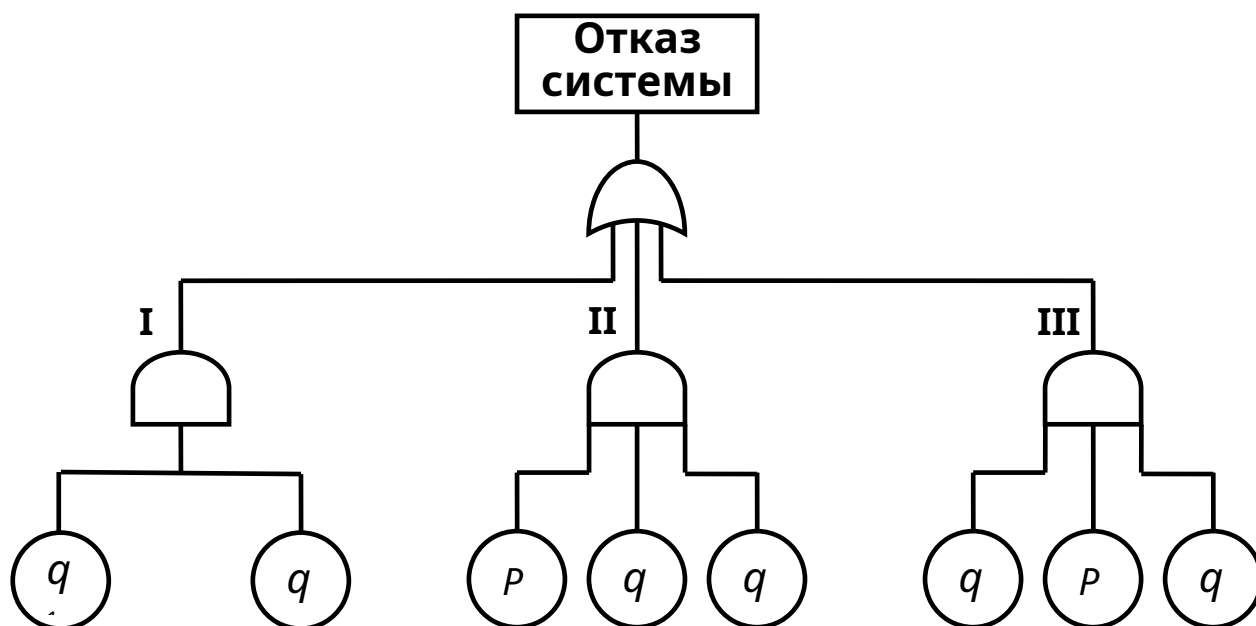


Рис. 8. Пример построения дерева отказов для случая, когда агрегаты 1 и 2 – рабочие, 3 – резервный

Пояснения.

В рассматриваемом случае отказу соответствуют состояния системы:

- отказ агрегатов 1 и 2 (ветвь I);

- при нормальной работе агрегата 1 отказ агрегата 2 и резервного агрегата 3 (ветвь II);
- при нормальной работе агрегата 2 отказ агрегата 1 и резервного агрегата 3 (ветвь III).

В данном случае можно использовать и знак «запрет». Например, ветвь III можно представить так, как показано на рис. 9: при нормальной работе агрегата 1 отказ агрегата 2 приведет к отказу системы при условии отказа резервного агрегата 3.

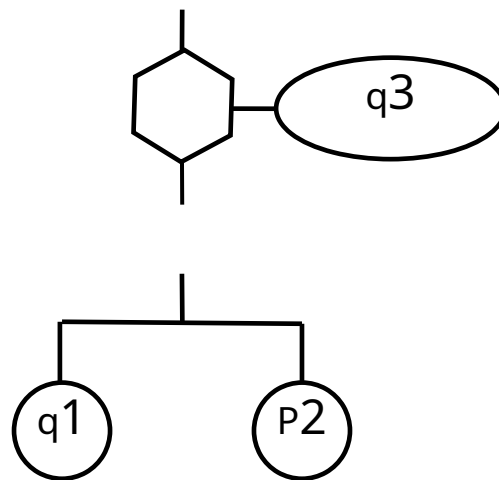


Рис. 9. Пример использования знака «запрет»

Вероятность отказа системы q может быть определена из выражения

$$q = q_1 q_2 + P_2 q_1 q_3 + P_1 q_2 q_3 \quad . \quad (5)$$

$$q = 546 * 874 + 7523 * 546 * 549 + 6634 * 874 * 549$$

Сравнив это выражение с выражением (4), можно показать, что вероятность отказа будет связана с вероятностью нормальной работы P соотношением $q = 1 - P$.

$$\begin{aligned} q &= (1 - P_1)(1 - P_2) + P_2(1 - P_1)(1 - P_3) + P_1(1 - P_2)(1 - P_3) = \\ &= 1 - P_1 - P_2 P_3 - P_1 P_2 P_3 + P_1 - P_1 P_2 - P_1 P_3 - P_1 P_2 P_3 = \\ & \quad (6) \end{aligned}$$

$$= 1 - P_1 P_2 - P_1 P_3 - P_2 P_3 + 2P_1 P_2 P_3 = 1 - P.$$